

DOI: 10.25205/978-5-4437-1526-1-196

**СТРУКТУРНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕМАТИКА,
ДОПИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНЫМИ ПИГМЕНТАМИ****THE STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF NEMATIC DOPED WITH PLANT PIGMENTS**Ю. В. Навесова^{1,2}, М. Н. Крахалев^{1,2}, Т. А. Зотина^{1,3}¹Сибирский федеральный университет, Красноярск²Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск³Институт биофизики СО РАН, КрасноярскYu. V. Navesova^{1,2}, M. N. Krakhalev^{1,2}, T. A. Zotina^{1,3}¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk²Kirensky Institute of Physics SB RAS, Krasnoyarsk³Institute of Biophysics SB RAS, Krasnoyarsk

✉navesova7@gmail.com

Аннотация

Исследовано взаимодействие комплекса фотосинтетических пигментов роголистника с нематическим жидким кристаллом ЛН-396. Обнаружено, что набор пигментов индуцирует закрутку структуры нематика. Значение закручивающей силы составило $\beta = -2,84 \text{ мкм}^{-1}$. Исследование показало, что жидкий кристалл ориентирует молекулы пигмента и они проявляют линейный дихроизм поглощения с экстремумом в спектральном диапазоне 400–520 нм.

Abstract

The interaction between the complex of photosynthetic pigments from hornwort and the nematic liquid crystal LN-396 was investigated. It was found that a set of pigments induces twist in the nematic structure, with a helical twisting power of $\beta = -2,84 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$. The study demonstrated that the liquid crystal orients the pigment molecules, which exhibited linear absorption dichroism with an extremum in the spectral range of 400–520 nm.

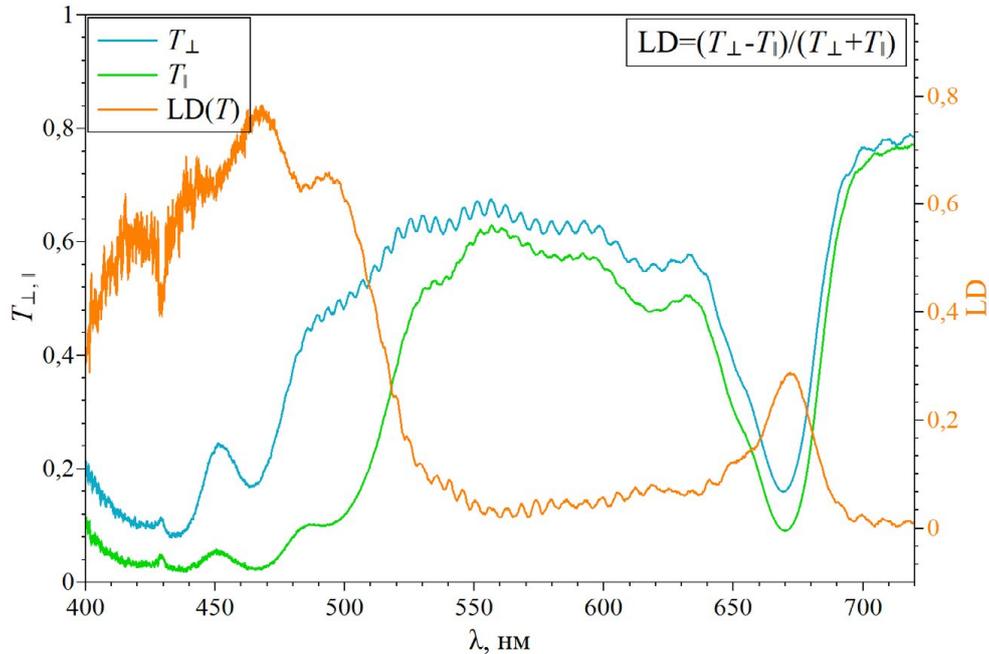
Жидкие кристаллы (ЖК) проявляют высокую чувствительность к энантиомерам, растворенным в них. Например, допирование нематика даже небольшим количеством хиральных молекул преобразуют его в холестерик. Благодаря эффекту можно изучать свойства добавленного в ЖК вещества: конформацию молекул, оптическую активность, закручивающую способность и пр. С другой стороны, для ЖК систем известен эффект хозяин – гость, при котором структура ЖК позволяет выявить анизотропию свойств растворенного вещества или расширить их функциональные возможности [1]. Это делает ЖК перспективными средами для хемо- и биосенсоров, а также для разработки экологических оптических материалов.

Например, использование смеси холестерика с хлорофиллом, выделенным из растения, позволило создать переключаемые чернила для защиты от подделок: при дневном освещении холестерик, благодаря селективному отражению света, формирует цветное изображение, в то время как в ультрафиолетовом свете проявляется защитная информация вследствие фотолюминесценции хлорофилла [2]. Для разработки таких материалов необходимо отдельно исследовать вопрос взаимного влияния добавки и ЖК, а также стабильность системы. В частности, известно, что фотосинтетические пигменты обладают оптической активностью, как, например, хлорофилл *a* [3], и, как следствие, потенциально могут вносить свой вклад в закрутку структуры холестерика. В данной работе исследована система на основе нематического жидкого кристалла и комплекса растительных пигментов, полученных из роголистника.

Для исследования из воздушно-сухой биомассы высшего водного растения роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* L.) был получен ацетоновый экстракт комплекса фотосинтетических пигментов в концентрациях хлорофилла *a* – 402 мкг/мл, хлорофилла *b* – 157 мкг/мл, каротиноидов – 124 мкг/мл. Экстракт смешивался с нематиком ЛН-396, и далее ацетон полностью испарялся при температуре 60 °С. Исследовались образцы с несколькими концентрациями растительных пигментов в ЖК. Структурные и оптические свойства полученных смесей нематиков изучались в ЖК ячейках, состоящих из стеклянных подложек с ИТО покрытием и ориентирующими полимерными пленками. В качестве ориентанта на одну подложку наносилась пленка поливинилового спирта (ПВС) с последующим однонаправленным натиранием. На вторую подложку наносилась пленка поли(-

терт-бутилметакрилата) (ПтБМА). Для ЖК ЛН-396 натертая пленка ПВС задает однородные планарные граничные условия, пленка ПтБМА формирует азимутально вырожденное планарное сцепление. Исследования проводились при помощи поляризационного оптического микроскопа и спектральными методами.

Было обнаружено, что добавка пигментов приводит к появлению закрутки нематика ЛН-396. Была измерена закручивающая сила пигментов, которая получилась равной $\beta = -2,84 \text{ мкм}^{-1}$. Спектры поглощения образцов, снятые в поляризованном свете, обнаружили наличие линейного дихроизма пигментов в диапазоне 400–520 нм с максимальным значением $LD = 0,83$ на длине волны 466 нм (см. рисунок).



Спектры пропускания ЖК ячейки света, поляризованного перпендикулярно (T_{\perp}) и параллельно (T_{\parallel}) направлению натирки пленки ПВС **R**, LD — линейный дихроизм

Литература

1. Solladie G., Zimmermann R.G. Liquid Crystals: A Tool for Studies on Chirality // *Angewandte Chemie*. 1984. Vol. 23. P. 348–362.
2. Gollapelli B., Ganji S.R. R., Tatipamula A.K. et al. Bio-derived chlorophyll dye doped cholesteric liquid crystal films and microdroplets for advanced anti-counterfeiting security labels // *Journal of Molecular Liquids*. 2022. Vol. 363 P. 119952.
3. Houssier C., Sauer K. Circular dichroism and magnetic circular dichroism of the chlorophyll and protochlorophyll pigments // *Journal of the American Chemical Society*. 1970. Vol. 76 (4). P. 779–791.